

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



24 SEP 2004



(43) Date de la publication internationale
2 octobre 2003 (02.10.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 03/081943 A1

(51) Classification internationale des brevets : **H04Q 11/00**

(FR). PENNINCKX, Denis [FR/FR]; 5, rue Pasteur,
F-91620 Nozay (FR). JOURDAN, Amaury [FR/FR]; 6,
route des Postillons, F-92310 Sevres (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR03/00867

(22) Date de dépôt international : 25 mars 2003 (25.03.2003)

(74) Mandataire : SCIAUX, Edmond; Compagnie Financière
Alcatel - DPI, 5, rue Noël Pons, F-92734 Nanterre Cedex
(FR).

(25) Langue de dépôt : français

(81) États désignés (national) : CN, US.

(26) Langue de publication : français

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

(30) Données relatives à la priorité :
02/03694 25 mars 2002 (25.03.2002) FR

— relative à l'identité de l'inventeur (règle 4.17.i)) pour la
désignation suivante US

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : ALCA-
TEL [FR/FR]; 54, rue La Boétie, F-75008 Paris (FR).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

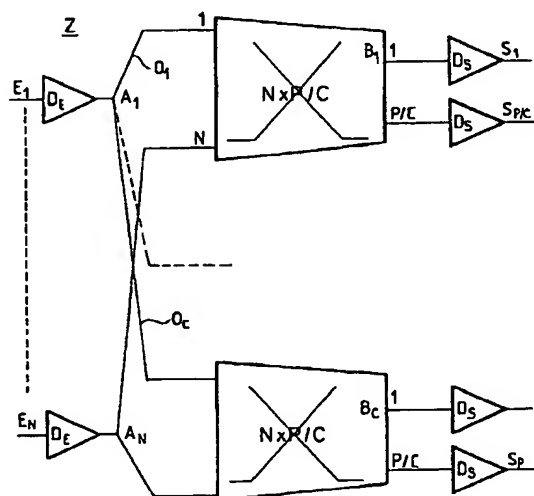
(72) Inventeurs; et

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrégia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : NOIRIE,
Ludovic [FR/FR]; 3, rue des Maraîchers, F-91620 Nozay

(54) Title: DISTRIBUTING SIGNAL CROSS-CONNECTOR FOR OPTICAL CONNECTORS

(54) Titre : BRASSEUR DE SIGNAUX DIFFUSANT NOTAMMENT POUR SIGNAUX OPTIQUES



(57) Abstract: The invention relates to a spatially distributing signal cross-connector to N input ports (Ei) and P output ports (Sj), more particularly adapted to optical communication networks using packet switching. The cross-connector comprises a distributing stage comprising N signal dividers (Ai) each having an input and C outputs where C is an entire divider of P that is strictly less than P, each input being embodied at one of the N input ports (Ei) whereby each of the N dividers (Ai) separates a signal received on one of the N input ports (Ei) into C signals on the C outputs, and a space division switching stage comprising at least C space switching modules (Bi); each of the C modules (Bi) has N inputs and P/C outputs, the N inputs being connected to N outputs of the distribution stage, each of the N outputs originating from a different divider (Ai), each of the P/C outputs of the C modules (Bi) being respectively joined to one of the P output ports (Sj).

[Suite sur la page suivante]



WO 03/081943 A1



(57) Abrégé : La présente invention concerne un brasseur (Z) de signaux diffusant spatialement a N ports d'entrée (E_i) et P ports de sorties (S_j), plus particulièrement adapté aux réseaux de communication optique utilisant la commutation paquet. Ce brasseur comprend un étage de diffusion comportant au plus N diviseurs (A_i) de signaux ayant chacun une entrée et C sorties ou C est un diviseur entier de P strictement inférieur a P, chaque entrée étant reliée a un des N ports d'entrée (E_i) de sorte que chacun des N diviseurs (A_i) sépare un signal reçu sur un des N ports d'entrée (E_i) en C signaux sur les C sorties et un étage de commutation spatiale comportant au plus C modules (B_j) de commutation spatiale : chacun des C modules (B_j) a N entrées et P/C sorties, les N entrées étant reliées a N sorties de l'étage de diffusion, chacune des N sorties provenant d'un diviseur (A_i) différent, chacune des P/C sorties des C modules (B_j) étant respectivement reliée a un des P ports de sortie (S_j).

Brasseur de signaux diffusant notamment pour signaux optiques

La présente invention concerne un brasseur de signaux diffusant spatialement, plus particulièrement adapté aux réseaux de communication optique utilisant la commutation paquet.

5 De manière connue, un réseau de communication optique est constitué de nœuds, chaque nœud recevant des signaux provenant d'autres nœuds sur ses ports d'entrées et émettant des signaux vers d'autres nœuds à partir de ses ports de sortie. Chaque signal reçu sur un port d'entrée va donc être émis à partir d'un port de sortie vers un autre nœud destiné à
10 recevoir ce signal. Il doit donc y avoir une correspondance entre les signaux d'entrée reçus et les signaux de sortie émis c'est à dire que le signal d'entrée reçu sur un certain port doit être judicieusement dirigé vers le bon port de sortie : c'est la fonction d'un brasseur de signaux. Chaque brasseur est un dispositif inclus dans chaque nœud qui oriente chaque signal d'entrée vers le
15 port de sortie qui lui est associé.

Il s'avère souvent utile de diffuser un même signal d'entrée vers plusieurs ports de sortie, c'est à dire de réaliser des brasseurs capables, pour chaque signal d'entrée, de fournir plusieurs signaux de sortie équivalents à ce signal d'entrée ; de tels brasseurs sont appelés brasseurs diffusants.

20 Des brasseurs diffusants sont connus par les articles :

« Design and implementation of a fully reconfigurable all-optical cross-connect for high-capacity multi-wavelength transport network » ; A. Jourdan et al., IEEE Journal of lightwave technology, vol. 14 n°6, p. 1198 juin 1996 et

« A 2.56 Tb/s Throughput packet/cell-based optical switch fabric
25 demonstrator », S. Araki et al., ECOC'98, 20-24 September, Madrid Spain.

Ces brasseurs diffusants sont capables de fournir, en réponse à chaque signal d'entrée, un signal de sortie équivalent à ce signal d'entrée sur chacun des ports de sortie du nœud dans lequel ce signal a été inséré en entrée.

- 5 Toutefois, de tels brasseurs diffusent le signal vers tous les ports de sortie ce qui entraîne des pertes importantes d'informations sur le signal puisque ce dernier va être divisé en un nombre de signaux égal au nombre de ports de sortie.

10 En outre, il n'est pas nécessaire d'envoyer le signal sur tous les ports de sortie car plusieurs ports sont associés à un même nœud de destination qui reçoit alors inutilement plusieurs fois le même signal.

On connaît également par le document EP0852437 un réseau de commutation optique, la commutation étant à la fois spatiale et temporelle. Ce document permet de transférer des signaux d'entrée ayant chacun une
15 longueur d'onde définie vers un ou plusieurs nœuds de sortie sans avoir à utiliser de mémoire tampon lorsque deux signaux d'entrée doivent être envoyés sur le même nœud de sortie. L'architecture telle que divulguée dans cette demande de brevet comprend un étage de division-multiplexage comportant des diviseurs et des multiplexeurs en longueur d'onde, un étage
20 de commutation spatiale comportant des commutateurs matriciels spatiaux et un étage de sélection en longueur d'onde comportant des sélecteurs en longueurs d'onde. Une telle architecture permet de transmettre sélectivement un signal d'entrée vers plusieurs nœuds de sortie sans envoyer ce signal d'entrée vers tous les nœuds de sortie.

25 Cependant, cette architecture utilise le multiplexage pour effectuer la commutation et suppose l'introduction en entrée de chacun des multiplexeurs de signaux de longueurs d'onde différentes. L'introduction en

entrée de signaux multiplexés en longueurs d'onde impliquerait une étape préalable de démultiplexage de ces signaux.

De plus, le fait de récupérer en sortie des signaux ayant une longueur d'onde définie impose l'utilisation de sélecteurs en longueur d'onde
5 utilisant des portes optiques.

La présente invention vise à fournir un brasseur spatial à N ports d'entrée et P ports de sorties comportant un étage de diffusion et un étage de commutation permettant de limiter la diffusion d'un signal d'entrée à certains ports de sortie utiles, d'éviter une perte d'information sur ce signal
10 d'entrée et de permettre la diffusion spatiale de signaux d'entrée indépendamment de toute considération spectrale c'est à dire sans utiliser de multiplexage et de sélection en longueurs d'onde.

La présente invention propose à cet effet un brasseur spatial à N ports d'entrée et P ports de sorties comprenant

- 15 • un étage de diffusion comportant au plus N diviseurs de signaux ayant chacun une entrée et C sorties où C est un diviseur entier de P strictement inférieur à P, chaque entrée étant reliée à un desdits N ports d'entrée de sorte que chacun desdits N diviseurs sépare un signal reçu sur un desdits N ports d'entrée en C signaux sur lesdites C
20 sorties,
- un étage de commutation spatiale comportant au plus C modules de commutation spatiale,

caractérisé en ce que :

- ces C modules de commutation spatiale sont non bloquants et non
25 diffusants,
- et chacun desdits C modules a N entrées et P/C sorties, lesdites N entrées étant reliées à N sorties dudit étage de diffusion, chacune desdites N sorties

provenant d'un diviseur différent, chacune desdites P/C sorties desdits C modules étant respectivement reliée à un desdits P ports de sortie.

Grâce à l'invention, on peut limiter la séparation du signal à la connectivité C, c'est à dire aux nombres C de signaux utiles. On évite ainsi
5 les pertes dues à une division complète du signal, c'est à dire une division en P signaux.

En outre, l'invention peut être utilisée avec tout type de signaux d'entrée, chacun des signaux d'entrée étant orienté spatialement vers des ports de sortie, indépendamment de tout traitement en longueur d'onde. On
10 peut donc également envoyer un signal multiplexé sur différents ports de sortie sans avoir à traiter ce signal en longueur d'onde, par exemple en le démultiplexant.

De plus, le brasseur n'utilise aucune étape de multiplexage entre l'étage de diffusion et l'étage de commutation.

15 Selon un mode de réalisation, le brasseur comporte exactement N diffuseurs et C modules de commutation spatiale.

De manière avantageuse, chacun desdits C modules comporte des moyens pour relier respectivement chacune de ses dites N entrées à une de ses dites P/C sorties.

20 Selon un premier mode de réalisation, chacun des C modules de commutation est un commutateur matriciel non bloquant à N entrées et P/C sorties.

Selon un second mode de réalisation, chacun des C modules de commutation comporte :

- 25
- K commutateurs matriciels non bloquants à N/K entrées et P/C sorties où K est un diviseur entier de N ;
 - et P/C commutateurs matriciels non bloquants à K entrées et une sortie, chacune desdites K entrées étant respectivement reliée à une sortie de chacun desdits K commutateurs.

On réduit ainsi considérablement la taille des matrices par rapport au mode de réalisation précédent ce qui permet une économie de coût importante.

Selon une variante, au moins un des C modules de commutation
5 comporte :

- K commutateurs matriciels non bloquants à N/K entrées et P/C sorties où K est un diviseur entier de N et;
- P/C commutateurs matriciels non bloquants à K entrées et une sortie, chacune desdites K entrées étant respectivement reliée à une sortie
10 de chacun desdits K commutateurs.

Le brasseur peut alors être sous-équipé c'est à dire que certains modules de commutation comportent moins de K commutateurs ou moins de P/C commutateurs. Ceci permet de limiter le coût de fabrication et d'installation, les commutateurs manquants étant ensuite ajoutés en fonction
15 du besoin.

Selon une variante, le nombre N de ports d'entrée peut être égal au nombre P de ports de sortie.

Selon une autre variante, K est égal à C.

Avantageusement, l'étage de commutation utilise une technologie à
20 base de LiNbO_3 . Cette technologie permet l'obtention de commutateur non diffusant c'est à dire qu'une entrée est reliée au plus à une sortie. Or, selon l'invention, il n'est pas utile d'utiliser des commutateurs diffusants, la diffusion se faisant au niveau des diviseurs. Ainsi une technologie LiNbO_3 se prête très bien à l'invention.

De manière avantageuse, les P/C commutateurs matriciels à K entrées et une sortie sont des commutateurs à semi-conducteur SOA (Semiconductor Optical Amplifier).

Avantageusement, chacune des P/C sorties desdits C modules est
5 suivie d'un amplificateur. Un amplificateur permettra en effet de restituer la qualité de signal d'entrée si celui ci a subi des pertes lors de la division et de la commutation malgré sa séparation limitée en entrée. Pour des raisons identiques, chacune des N entrées des N diviseurs peut être précédée d'un amplificateur.

10 Selon un mode de réalisation préféré, chacun desdits modules de commutation spatiale comporte :

- un premier étage comportant des matrices de commutation spatiale du type à maintien de polarisation ;

- et un deuxième étage comportant des d'amplificateurs optiques à
15 semi-conducteur du type à maintien de polarisation.

La présente invention propose également un système de transmission de signaux comportant un brasseur selon l'invention caractérisé en ce que ledit système comporte :

- au moins un multiplexeur pour multiplexer M signaux ayant M
20 longueurs d'onde différentes $(\lambda_i)_{1 \leq i \leq M}$, M étant un entier inférieur ou égal à N,
- au moins un amplificateur EDFA (Erbium Doped Fibre Amplifier) pour amplifier le signal multiplexé,
- au moins un démultiplexeur pour démultiplexer le signal multiplexé en
25 M signaux démultiplexés de sorte que lesdits M signaux sont entrés sur M ports d'entrée dudit brasseur.

Ainsi, le brasseur selon l'invention peut parfaitement utiliser des amplificateurs EDFA en partageant l'utilisation de ces amplificateurs sur plusieurs des ports d'entrée regroupant judicieusement les signaux d'entrée
30 ayant des longueurs d'onde différentes.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront dans la description suivante d'un mode de réalisation de l'invention, donné à titre illustratif et nullement limitatif.

Dans les figures suivantes :

- 5 • La figure 1 représente l'architecture d'un brasseur spatial selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- La figure 2 représente l'architecture d'un brasseur spatial selon un second mode de réalisation de l'invention,
- La figure 3 représente un brasseur spatial selon l'architecture
- 10 de la figure 2 avec un même nombre de ports d'entrée et de sortie,
- La figure 4 représente un mode de réalisation d'une partie du brasseur spatial selon l'architecture de la figure 1

15 Dans toutes les figures, les éléments communs portent les mêmes numéros de référence.

La **figure 1** représente l'architecture d'un brasseur spatial Z. Ce brasseur Z inclut N ports d'entrée $(E_i)_{1 \leq i \leq N}$, N coupleurs $(A_i)_{1 \leq i \leq N}$, N amplificateurs d'entrée D_E , C commutateurs matriciels $(B_i)_{1 \leq i \leq C}$, P amplificateurs de sortie D_S et P ports de sortie $(S_i)_{1 \leq i \leq P}$.

20 Les N ports d'entrée $(E_i)_{1 \leq i \leq N}$ permettent de recevoir N signaux d'entrée portant des informations à transmettre en sortie.

Les N coupleurs $(A_i)_{1 \leq i \leq N}$ ont chacun une entrée et sont adaptés à répondre à chaque signal d'entrée reçu en diffusant C signaux portant la même information que le signal d'entrée.

25 Les C commutateurs matriciels $(B_i)_{1 \leq i \leq C}$ sont des commutateurs spatiaux non bloquants à N entrées et P/C sorties, C étant donc un diviseur de P. Chacun des C commutateurs permet donc de relier électriquement respectivement chacune des N entrées à une de ses P/C sorties.

Un signal d'entrée est d'abord amplifié par l'un des amplificateurs D_E .

30 Le signal d'entrée amplifié est injecté en entrée d'un des N coupleurs $(A_i)_{1 \leq i \leq N}$

et est alors diffusé en C signaux, respectivement sur C sorties O_1, \dots, O_C du coupleur. Chacun de ces C signaux est injecté sur une entrée de chacun des C commutateurs matriciels $(B_i)_{1 \leq i \leq C}$ qui va commuter un des C signaux sur l'une de ses P/C sorties.

- 5 Chacun de ces C signaux commutés est alors amplifié par un des amplificateurs D_S qui le transmet sur l'un des ports de sortie $(S_i)_{1 \leq i \leq P}$.

On retrouve donc, sur C ports de sortie, C signaux diffusés à partir d'un même signal d'entrée. Le brasseur Z permet ainsi de diffuser un signal sur C ports de sortie, C étant inférieur strictement à P, afin de restreindre la
10 diffusion du signal d'entrée aux C ports de sortie utiles et non à tous les P ports de sortie.

Les commutateurs matriciels peuvent utiliser une technologie à base de LiNbO_3 .

- Les amplificateurs D_E et D_S sont par exemple des amplificateurs SOA
15 (Semiconductor Optical Amplifier).

On peut également utiliser des amplificateurs EDFA (Erbium Doped Fibre Amplifier) non représentés, et regrouper l'amplification de M signaux ayant M longueurs d'onde différentes $(\lambda_i)_{1 \leq i \leq M}$, M étant un entier inférieur ou égal à N, avant d'injecter ces M signaux dans le brasseur. Ainsi, les M
20 signaux sont tout d'abord regroupés par un multiplexeur non représenté. Le signal multiplexé est ensuite amplifié au moyen d'un amplificateur EDFA et le signal multiplexé et amplifié est démultiplexé en M signaux par un démultiplexeur non représenté, chacun des M signaux étant alors entrés sur M ports d'entrée du brasseur.

- 25 La **figure 2** représente l'architecture d'un brasseur spatial Z tel que représenté en figure 1 à la différence que les C commutateurs matriciels $(B_i)_{1 \leq i \leq C}$ sont remplacés par C modules de commutation $(B'_i)_{1 \leq i \leq C}$. Chacun des C modules de commutation $(B'_i)_{1 \leq i \leq C}$ comprend K commutateurs matriciels non bloquants $(F_j)_{1 \leq j \leq K}$ à N/K entrées et P/C sorties où K est un diviseur entier

de N et P/C commutateurs matriciels non bloquants $(G_i)_{1 \leq i \leq P/C}$ à K entrées et 1 sortie.

Chacune des K entrées des P/C commutateurs matriciels non bloquants $(G_i)_{1 \leq i \leq P/C}$ est respectivement reliée à une sortie de chacun des K commutateurs matriciels non bloquants $(F_i)_{1 \leq i \leq K}$.

Le fonctionnement du brasseur est identique à celui décrit en relation avec la figure 1.

Les commutateurs matriciels non bloquants $(G_i)_{1 \leq i \leq P/C}$ sont par exemple des commutateurs à semi-conducteur SOA et les K commutateurs matriciels non bloquants $(F_i)_{1 \leq i \leq K}$ sont des commutateurs utilisant une technologie à base de LiNbO_3 .

La **figure 3** représente un brasseur spatial Z selon l'architecture de la figure 2 avec un même nombre de ports d'entrée et de sortie égal 16 et avec des entiers K et C égaux à 4. Le brasseur Z comprend 16 ports d'entrée $(E_i)_{1 \leq i \leq 16}$, 16 coupleurs $(A_i)_{1 \leq i \leq 16}$, 16 commutateurs matriciels non bloquants $(F_i)_{1 \leq i \leq 16}$ à 4 entrées et 4 sorties, 16 commutateurs matriciels non bloquants $(G_i)_{1 \leq i \leq 4}$ à 4 entrées et 1 sortie, et 16 ports de sorties $(S_i)_{1 \leq i \leq 16}$. Pour la clarté du dessin, les amplificateurs n'ont pas été représentés.

Un brasseur peut également ne pas être complet, c'est à dire être sous équipé. Ainsi, pour des raisons de coût de fabrication et d'installation, on peut envisager d'installer moins de diviseurs que leur nombre maximum N ou moins de modules de commutation que leur nombre maximum C. De manière analogue, un module de commutation peut également être sous équipé ; ainsi, un module de commutation peut comporter moins de K commutateurs matriciels non bloquants à N/K entrées et P/C sorties ou moins de P/C commutateurs matriciels non bloquants à K entrées et 1 sortie. Les composants manquants sont ensuite ajoutés en fonction des besoins de l'utilisateur.

La **figure 4** représente un mode de réalisation particulier des modules de commutation spatiale B_1, \dots, B_C du brasseur spatial selon l'architecture de la figure 1. Par exemple, le module B_1 comporte :

- un premier étage constitué de K matrices de commutation spatiale M_1, \dots, M_K (où K est un diviseur entier de N) ayant P/C entrées et P/C sorties, ces entrées constituant les N entrées du module B_1 ;
- un deuxième étage constitué de P/C groupes d'amplificateurs, tel que le groupe $MQWSOA_1, \dots, MQWSOA_K$; ces amplificateurs étant utilisés comme portes optiques, commandées par des moyens non représentés ; et chaque groupe ayant P/C entrées couplées respectivement à une sortie de chacune des K matrices M_1, \dots, M_K ;
- et un troisième étage constitué de P/C multiplexeurs spectraux $C_1, \dots, C_{P/C}$, ayant chacun K entrées reliées respectivement aux K sorties d'un même groupe d'amplificateurs, tel que le groupe $MQWSOA_1, \dots, MQWSOA_K$, les sorties de ces multiplexeurs constituant les sorties du module B_1 .

Selon un mode de réalisation avantageux, les matrices M_1, \dots, M_K sont des matrices utilisant les propriétés électro-optiques du niobate de lithium ($LiNbO_3$), telles que les matrices commercialisées sous la référence Packet.8x8 par la société Lynx (Israël) ; et les amplificateurs $MQWSOA_1, \dots, MQWSOA_K$ sont des amplificateurs optiques à semi-conducteur et à multi-puits quantiques, couramment disponibles dans le commerce.

Les matrices au niobate de lithium ont de très bonnes performances mais sont, elles aussi, très sensibles à la polarisation. Elles sont dites « à maintien de polarisation » parce qu'elles atténuent le signal optique si le plan de polarisation de ce signal ne coïncide pas avec un plan privilégié. Il est donc nécessaire d'utiliser des composants optiques et des raccords optiques à maintien de polarisation, depuis les entrées E_1, \dots, E_N jusqu'à ces matrices M_1, \dots, M_K , pour éviter cette atténuation.

Les amplificateurs $MQWSOA_1, \dots, MQWSOA_K$ à semi-conducteur à multi-puits quantiques, ont des performances plus élevées que celles des

- amplificateurs optiques à semi-conducteur sans multi-puits quantiques, mais ils sont très sensibles à la polarisation du signal optique. Leur utilisation entraîne généralement un surcoût parce qu'il est nécessaire d'utiliser des composants optiques et des raccords optiques à maintien de polarisation, en
- 5 amont de ces amplificateurs. Mais dans ce mode de réalisation du brasseur selon l'invention, on peut les utiliser sans surcoût notable puisque les matrices au niobate de lithium M_1, \dots, M_K nécessitent, de toutes façons, d'utiliser des composants optiques et des raccords optiques à maintien de polarisation, depuis les entrées E_1, \dots, E_N jusqu'à ces matrices M_1, \dots, M_K .
- 10 Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui vient d'être décrit. Notamment, on pourra utiliser d'autres technologies concernant les commutateurs matriciels et les amplificateurs.
- En outre, le brasseur selon l'invention est aussi bien adapté pour la commutation par paquets que pour la commutation circuit.
- 15 Enfin, on pourra remplacer tout moyen par un moyen équivalent sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1- Brasseur spatial (Z) à N ports (E_i) d'entrée et P ports (S_i) de sorties comprenant

- 5 • un étage de diffusion comportant au plus N diviseurs (A_i) de signaux ayant chacun une entrée et C sorties où C est un diviseur entier de P strictement inférieur à P, chaque entrée étant reliée à un desdits N ports (E_i) d'entrée de sorte que chacun desdits N diviseurs (A_i) sépare un signal reçu sur un desdits N ports d'entrée (E_i) en C signaux sur
- 10 lesdites C sorties,
- un étage de commutation spatiale comportant au plus C modules (B_i , B'_i) de commutation spatiale,

caractérisé en ce que :

- 15 - ces C modules (B_i , B'_i) de commutation spatiale sont non bloquants et non diffusants,
- et chacun desdits C modules (B_i , B'_i) a N entrées et P/C sorties, lesdites N entrées étant reliées à N sorties dudit étage de diffusion, chacune desdites N sorties provenant d'un diviseur (A_i) différent, chacune desdites P/C sorties desdits C modules (B_i , B'_i) étant respectivement reliée à un desdits P ports
- 20 (S_i) de sortie.

2- Brasseur (Z) selon la revendication 1 comportant exactement N diviseurs (A_i) et C modules (B_i , B'_i).

25 3- Brasseur (Z) selon la revendication 1 caractérisé en ce que chacun desdits C modules (B_i , B'_i) comporte des moyens pour relier respectivement chacune de ses dites N entrées à une de ses dites P/C sorties.

4- Brasseur (Z) selon la revendication 1, caractérisé en ce que chacun desdits C modules (B_i , B'_i) de commutation est un commutateur matriciel (B_i) non bloquant à N entrées et P/C sorties.

5 5- Brasseur (Z) selon la revendication 1, caractérisé en ce que chacun desdits C modules (B'_i) de commutation comporte :

- K commutateurs matriciels (F_i) non bloquants à N/K entrées et P/C sorties où K est un diviseur entier de N et;
 - P/C commutateurs matriciels (G_i) non bloquants à K entrées et une
- 10 sortie, chacune desdites K entrées étant respectivement reliée à une sortie de chacun desdits K commutateurs (F_i).

6- Brasseur (Z) selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins un desdits C modules (B'_i) de commutation comporte :

- 15
- K commutateurs matriciels (F_i) non bloquants à N/K entrées et P/C sorties où K est un diviseur entier de N et;
 - P/C commutateurs matriciels (G_i) non bloquants à K entrées et une
- sortie, chacune desdites K entrées étant respectivement reliée à une sortie de chacun desdits K commutateurs (F_i).

20

7- Brasseur (Z) selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits P/C commutateurs matriciels (G_i) sont des commutateurs à semi-conducteur SOA (Semiconductor Optical Amplifier)

25 8- Brasseur (Z) selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit nombre de ports d'entrée N est égale au dit nombre de ports de sortie P.

9- Brasseur (Z) selon la revendication 5, caractérisé en ce que K est égal à C.

10- Brasseur (Z) selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit étage de commutation utilise une technologie à base de LiNbO_3 .

11- Brasseur (Z) selon la revendication 1, caractérisé en ce que chacune
5 desdites P/C sorties desdits C modules (B_i , B'_i) est suivi d'un amplificateur (D_s).

12- Brasseur selon la revendication 1, caractérisé en ce que chacune desdites N entrées desdits N diviseurs est précédée d'un amplificateur (D_E).

10

13- Brasseur selon la revendication 1, caractérisé en ce que chacun desdits modules (B_i , B'_i) de commutation spatiale comporte :

- un premier étage comportant des matrices de commutation spatiale (M_1, \dots, M_k) du type à maintien de polarisation ;

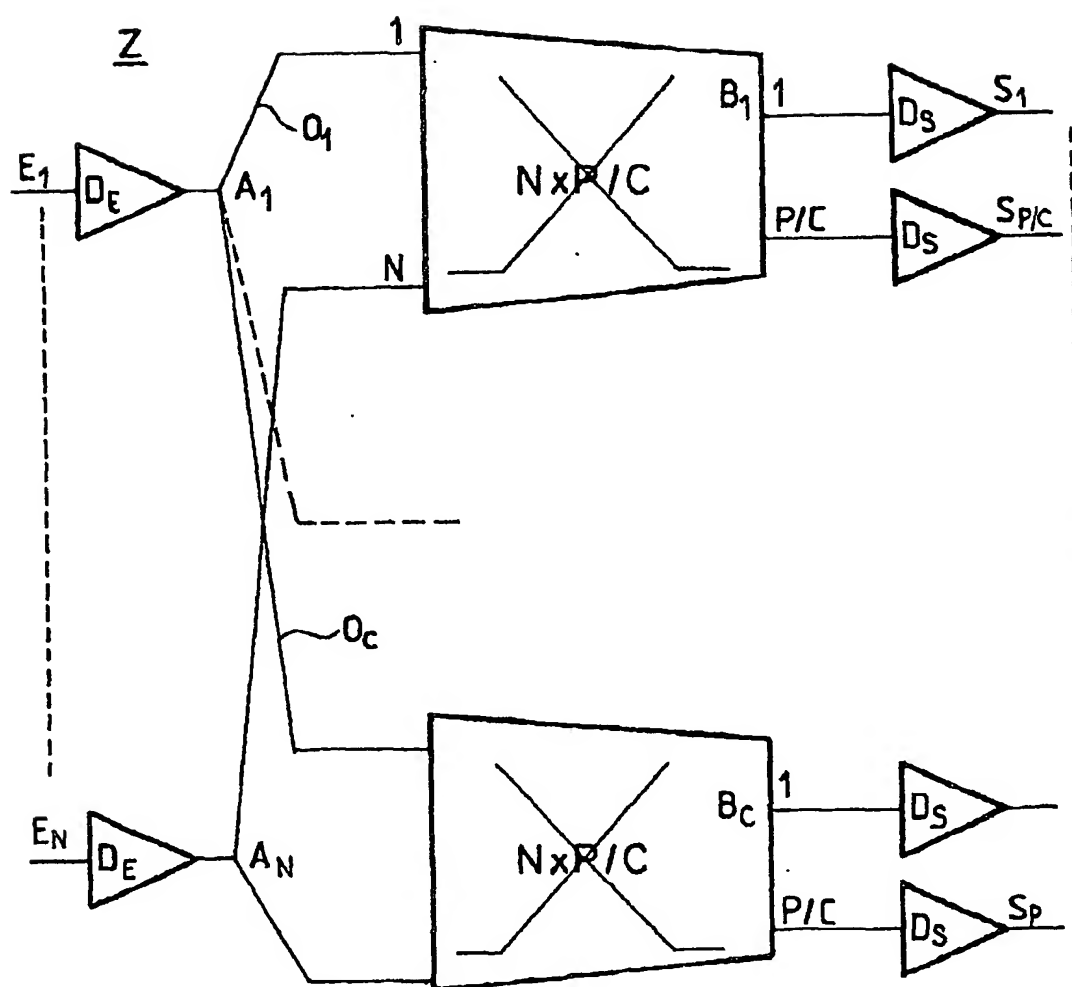
15 - et un deuxième étage comportant des d'amplificateurs optiques à semi-conducteur ($\text{MQWSOA}_1, \dots, \text{MQWSOA}_k$) du type à maintien de polarisation.

14- Système de transmission de signaux comportant un brasseur (Z) selon
20 l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que ledit système comporte :

- au moins un multiplexeur pour multiplexer M signaux ayant M longueurs d'onde différentes (λ_i) $_{1 \leq i \leq M}$, M étant un entier inférieur ou égal à N,
- 25 • au moins un amplificateur EDFA (Erbium Doped Fibre Amplifier) pour amplifier le signal multiplexé,
- au moins un démultiplexeur pour démultiplexer le signal multiplexé en M signaux démultiplexés de sorte que lesdits M signaux sont entrés sur M ports d'entrée dudit brasseur.

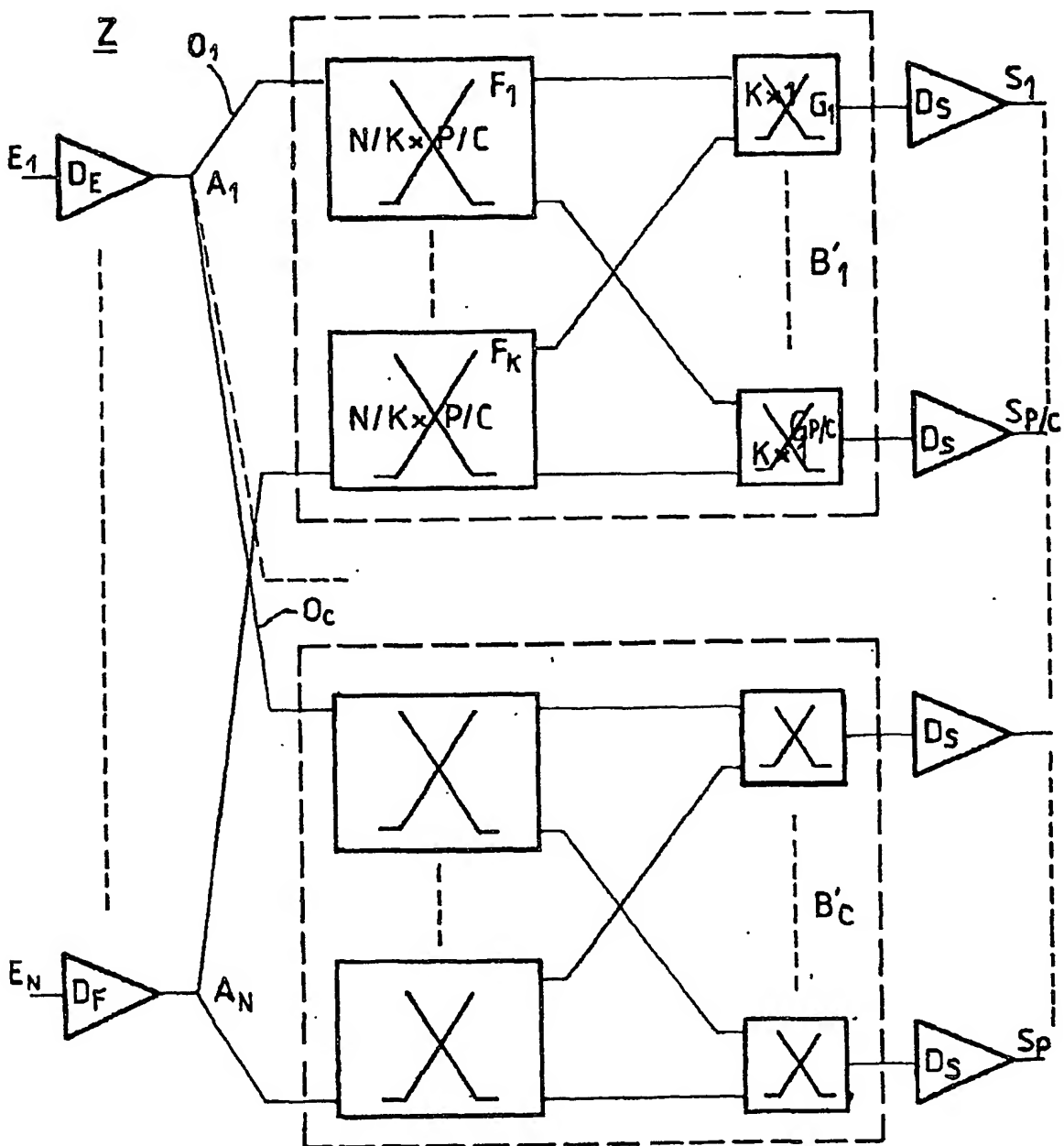
30

1/4

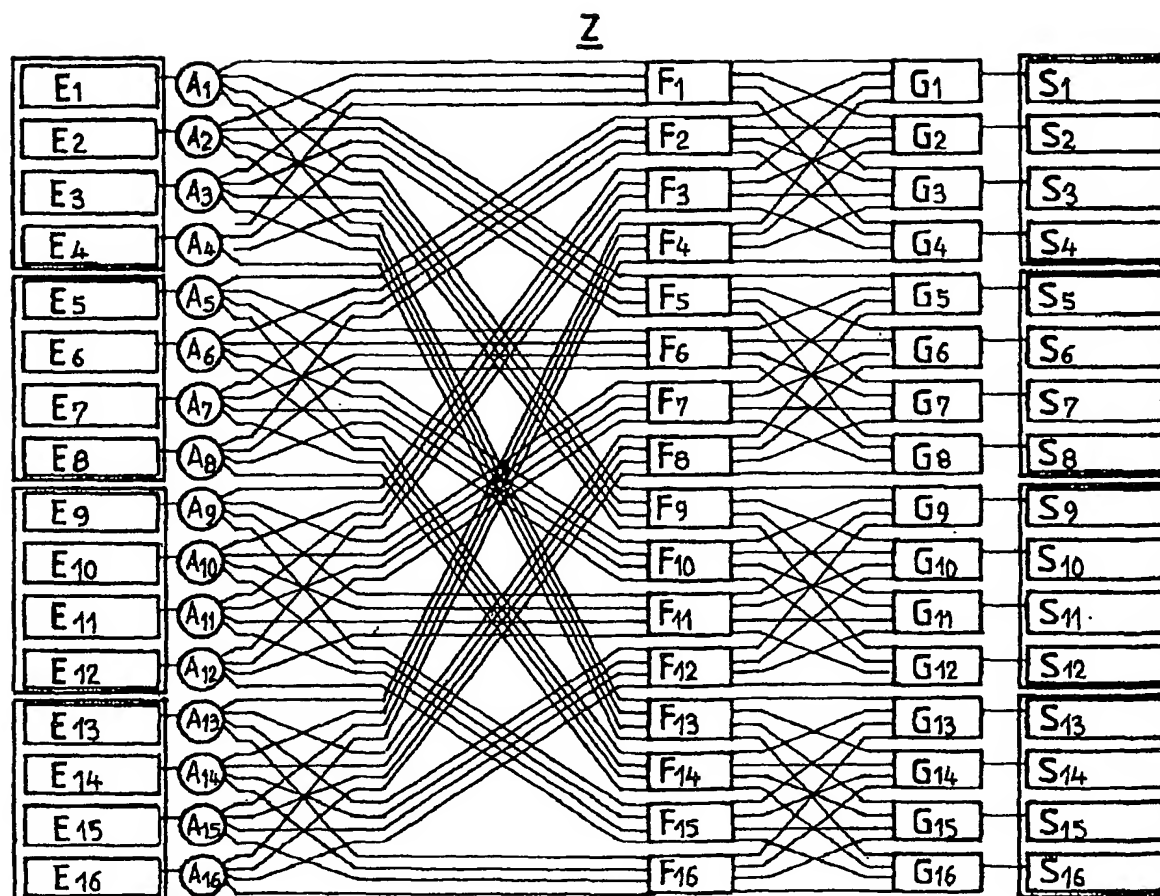
FIG_1

2/4

FIG_2

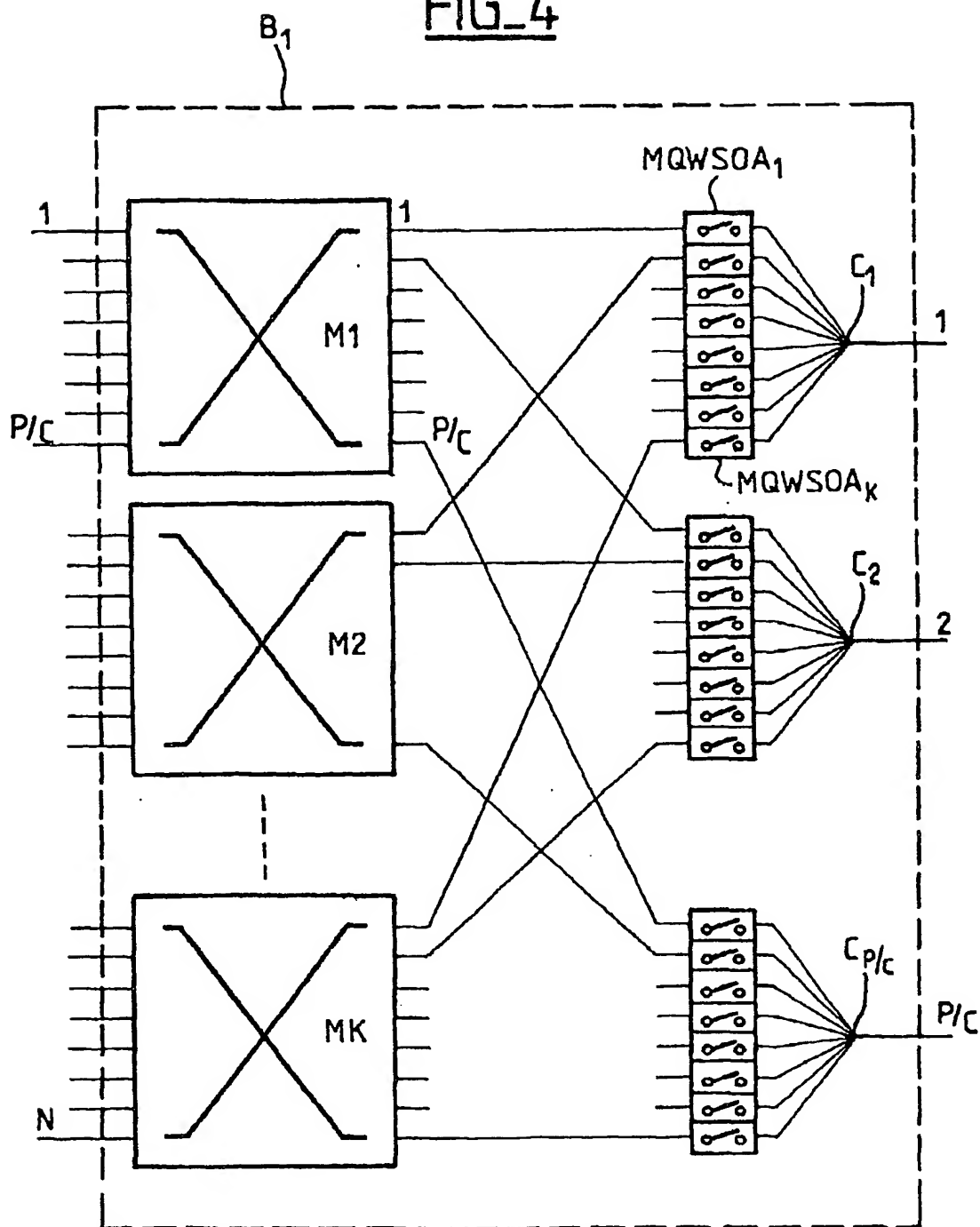


3/4

FIG. 3

BEST AVAILABLE COPY

4/4

FIG_4

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FI/00867

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H04Q11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	HU W S ET AL: "MULTICASTING OPTICAL CROSS CONNECTS EMPLOYING SPLITTER-AND-DELIVERY SWITCH" IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 10, no. 7, 1 July 1998 (1998-07-01), pages 970-972, XP000771730 ISSN: 1041-1135 figures 3-5 page 971 -page 972	1-14
A	EP 1 030 532 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD) 23 August 2000 (2000-08-23) figures 7,9	4-6,9,14
A	EP 1 175 121 A (CIT ALCATEL) 23 January 2002 (2002-01-23) the whole document	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 July 2003

Date of mailing of the international search report

16/07/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fleckinger, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/F/00867

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 1030532	A	23-08-2000	JP	2000235199 A	29-08-2000
			EP	1030532 A2	23-08-2000
			US	6427037 B1	30-07-2002
EP 1175121	A	23-01-2002	FR	2811837 A1	18-01-2002
			EP	1175121 A1	23-01-2002
			US	2002012488 A1	31-01-2002

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
PCT/FR03/00867

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H04Q11/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 H04Q

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	HU W S ET AL: "MULTICASTING OPTICAL CROSS CONNECTS EMPLOYING SPLITTER-AND-DELIVERYSWITCH" IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 10, no. 7, 1 juillet 1998 (1998-07-01), pages 970-972, XP000771730 ISSN: 1041-1135 figures 3-5 page 971 -page 972	1-14
A	EP 1 030 532 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD) 23 août 2000 (2000-08-23) figures 7,9	4-6,9,14
	--- -/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *G* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

1 juillet 2003

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

16/07/2003

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Fleckinger, C

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/F/03/00867

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>EP 1 175 121 A (CIT ALCATEL) 23 janvier 2002 (2002-01-23) le document en entier -----</p>	1-14

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres des familles de brevets

Dem. de Internationale No

PCT/F/00867

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1030532 A	23-08-2000	JP 2000235199 A	29-08-2000
		EP 1030532 A2	23-08-2000
		US 6427037 B1	30-07-2002
EP 1175121 A	23-01-2002	FR 2811837 A1	18-01-2002
		EP 1175121 A1	23-01-2002
		US 2002012488 A1	31-01-2002